

УДК 528.4:625.72

Л.О. Коваленко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ІСНУЮЧИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ГЕОДЕЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Розглянуті основні методи визначення геометричних параметрів існуючих автомобільних доріг. Приведена послідовність виконання геодезичних вимірювань геометричних елементів при паспортизації та реконструкції доріг.

Ключові слова: автомобільна дорога, паспортизація, реконструкція, геометричні параметри дороги, геодезичні вимірювання, теодоліт, мірна стрічка

Постановка проблеми

Сучасні автомобільні дороги – це складні інженерні споруди, які повинні забезпечувати безпечні умови руху транспортних потоків при заданих швидкостях руху. Під час тривалої експлуатації транспортно – експлуатаційні якості автомобільної дороги погіршуються та перестають відповідати потребам руху сучасних автомобілів. При цьому виникає необхідність реконструкції дороги в цілому або її окремих ділянок [1, 2].

Для раціонального планування робіт з реконструкції і капітального ремонту автомобільних доріг проводять їх технічне обстеження і паспортизацію, у результаті чого одержують дані про стан доріг, дорожніх споруд і їх геометричних параметрів. При вирішенні питань реконструкції дороги найбільш важливими і визначальними геометричними параметрами є: радіуси кругових кривих на закругленнях, уклони поздовжнього профілю, радіуси вертикальних кривих. Ці параметри визначають при польових вимірюваннях [3, 4].

Аналіз статичних досліджень і публікацій

Визначення геометричних параметрів автомобільних доріг у плані і профілі при їх інвентаризації і паспортизації – одне з важливих виробничих завдань. При його рішенні можуть бути використані різні методи.

Метод аерозйомки є найбільш продуктивним [5], однак він далеко не завжди буває доступний і не завжди може бути використаний будь-якою дорожньою організацією для оперативного рішення виробничих завдань. Ефективність методу залежить від довжини ділянки дороги, що підлягає паспортизації, і тому застосовувати його доцільно при довжині таких ділянок принаймні в кілька десятків кіломет-

рів. При цьому масштаб аерозйомки повинен бути не дрібніше 1:10000.

Метод наземної фотограмметрії має достатню інформативність [6, 7], але вимірювально – обчислювальні роботи на знімках, що складають основний його зміст, є трудомісткими і тому істотно впливають на його ефективність. В сучасних умовах все більше поширеними стають методи, засновані на використанні цифрових моделей місцевості, використанні сучасних автоматизованих приладів, що дозволяють виконувати комп'ютерну обробку геодезичної інформації [8, 9]. Але ці методи поки що не одержали поширення при паспортизації доріг через відсутність відповідного устаткування, лабораторій і інженерних кадрів в дорожніх організаціях.

Геодезичні методи найбільш доступні і поширені на виробництві [10, 11, 12]. Вони забезпечують найбільш точне визначення геометричних параметрів автомобільних доріг у плані і поздовжньому профілі і при необхідності їх точність може бути підвищена за рахунок застосування більш точних приладів і досконалої методики вимірювань. Обробка результатів вимірів відрізняється простотою і не вимагає якого – небудь спеціального устаткування або спеціальної підготовки інженерно – технічних кадрів.

Формування мети статті

До геометричних параметрів закруглення автомобільної дороги відносять кут повороту, довжини тангенсів, радіус і довжину кругової кривої, що входить у геометричну конструкцію закруглення, а також загальну його довжину, якщо вона необхідна при рішенні питань реконструкції дороги.

Метою статті є визначення геодезичними методами геометричних параметрів автомобільних доріг у плані при паспортизації або реконструкції доріг.

Виклад основного матеріалу

Перед безпосереднім визначенням радіуса і довжини кругової кривої закруглення необхідно встановити його геометричну конструкцію, тобто з'ясувати, з яких кривих воно складається, які їхні довжини, де розташовані початок і кінець кожної кривої [13, 14].

При дослідженні геометричної конструкції закруглення і визначенні довжин перехідних кривих відповідні геодезичні виміри варто виконувати в межах 100-200 м від початку і кінця закруглення у бік його середини, тому що за межами цих інтервалів перехідні криві не проектується.

Особливе значення має виділення на закругленні кругової кривої, оскільки її радіус повинний визначатися в межах саме цієї кривої [14]. Помилкове включення в довжину кругової кривої частин пе-

рехідних кривих, що пролягають до неї, неминуче може привести до неправильного визначення (завищення) її радіуса і, отже, до помилкових висновків про недоцільність реконструкції закруглення.

Спеціалісти відмічають, що в процесі зйомки закруглень в плані визначити наявність перехідної кривої, початок і кінець перехідної кривої є складним завданням, що вирішується тільки з певним ступенем наближення [15].

Найбільш простий і точний метод дослідження геометричної конструкції закруглення полягає в наступному. У точці Е (рис.1) на прямолінійній ділянці дороги встановлюють теодоліт і приводять у робоче положення. Трубу наводять на віху, установлену в точці D, і потім переводять через зеніт. На лінії візирного променя труби забивають кілки 1 і 2.

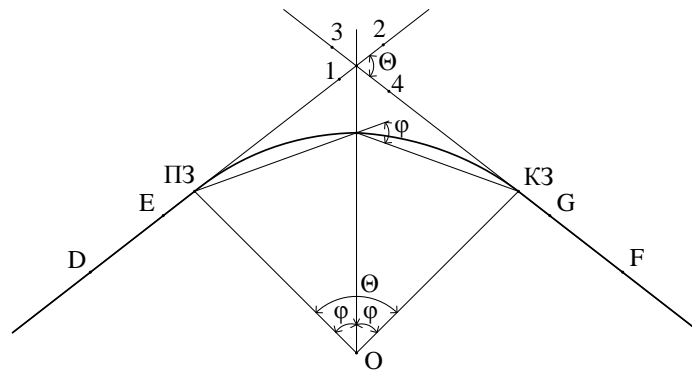


Рис. 1. Схема до визначення геометричної конструкції закруглення

Аналогічно в точці G встановлюють теодоліт, приводять у робоче положення і трубу наводять на віху, встановлену в точці F. Потім трубу переводять через зеніт і уздовж візирного променя забивають кілки 3 і 4. Між кілками 1, 2 і 3, 4 натягають дріт і на перетині забивають кілок. Одержують точку BK.

У точці BK установлюють теодоліт і вимірюють кут повороту θ повним прийомом. Потім визначають положення точок ПЗ (початок закруглення) і КЗ (кінець закруглення). Для цього в точці E (близько до початку закруглення) встановлюють теодоліт, приводять у робоче положення і трубу наводять на віху в точці D. Трубу переводять через зеніт. Реєчник з вішкою переміщається уздовж кривої в напрямку від її середини до точки ПЗ. Як тільки зображення віхи сполучається з візирною віссю труби, точку фіксують кілком на межі покриття. В результаті одержують точки ПЗ.

Побудову точки ПЗ можна повторити при іншому положенні труби щодо вертикального кола і при русі реєчника від точки E в бік ПЗ. У цьому випадку як тільки зображення віхи почне сходити з візирної осі труби, точки фіксують на межі покриття. Відстань між точками, отриманими при першому

і другому визначеннях, поділяють навпіл і побудовану точку остаточно приймають за початок закруглення (ПЗ).

В кінцевій частині закруглення всі операції повторюють у тому ж порядку і визначають положення точки КЗ.

Якщо закруглення не має перехідних кривих, то точки ПЗ і КЗ є початком і кінцем кругової кривої, тобто точками ПК і КК. У цьому випадку від точок ПЗ і КЗ до точки BK мірною стрічкою вимірюють довжини тангенсів закруглення і визначають радіус кругової кривої за формулою:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}, \quad (1)$$

де T – довжина тангенса закруглення;

R – значення радіуса кругової кривої;

θ – кут повороту траси.

З виразу (1) можемо обрахувати значення радіуса кругової кривої:

$$R = T \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2} = \frac{T}{\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}. \quad (2)$$

Потім обчислюють довжину кругової кривої:

$$K = \frac{\theta R}{\rho}, \quad (3)$$

де $\rho = 57,3^\circ$ – значення радіан у градусах.

Вимірюють мірною стрічкою довжину кривої закруглення між точками ПЗ і КЗ і порівнюють її з обчисленим значенням кривої. Якщо різниця довжин кривих не перевищує припустимого значення, то можна упевнено вважати, що закруглення не має перехідних кривих. У цьому випадку інших досліджень геометричної конструкції закруглення можна не робити. Якщо різниця $\Delta K = K_{\text{обм}} - K_{\text{обч}}$ ($K_{\text{обм}}$ – обмірювана довжина кривої; $K_{\text{обч}}$ – обчислена довжина кривої) перевищує припустиме значення, то це свідчить про існування перехідних кривих у конструкції даного закруглення. При цьому $\Delta K/2$ є довжина кожної перехідної кривої.

Висновки

Проведено аналіз основних методів визначення геометричних параметрів існуючих автомобільних доріг у плані та профілі. Розглянута послідовність виконання геодезичних вимірів та обрахунків основних геометричних елементів закруглень в плані з метою обґрунтування необхідності реконструкції автомобільної дороги.

Література

1. Білятинський, О.А. Проектування автомобільних доріг [Текст]/ О.А. Білятинський, В.Й. Заворицький, В.П. Старовойда, Я.В. Хомяк – К.: Вища школа, 1997. – 435 с.
2. Васильев, Л.П. Реконструкция автомобильных дорог [Текст]/ Л.П. Васильев, Ю.Н. Яковлев, М.С. Коганзон, А.Я. Тулаев – М.: МАДИ, 1998, – 158 с.
3. Белятинский, А.А. Исследование точности производства геодезических работ при реконструкции дорог [Текст]/ А.А. Белятинский, В.А. Пеньков// Инженерная геодезия. – К.: КАДИ, 1981. – Вып. 24. – С.59 – 64.
4. Володин, Н.А. Проектирование геодезических работ при определении радиусов кривых на автомобильных дорогах [Текст]/ Н.А. Володин, Я.Н. Середняк// Инженерная геодезия. – К.: КАДИ, – 1981. – Вып. 24. – С.50 – 54.
5. Graham, R., Koh, A. (2002). *Digital Aerial Survey: Theory and Practice*. Whittles Publishing. - Scotland, UK.
6. Дорожинський, О.Л. Фотограмметрія [Текст]/ О.Л. Дорожинський, Р. Тукай. – Львів: «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
7. Kraus, K. (1994). *Photogrammetrie*. Photogrammetrie. - Vienna, 428 p.
8. Островський, А.Л. Геодезія [Текст]/ А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський; за заг. ред. Н.Л. Островського. – 2-ге вид., випр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 564 с.
9. Bird, P. (2003). *An updated digital model of plate boundaries*. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 4(3), 1027.
10. Osada, E.(2001) *Geodezja*. Wroclav: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, 223 с.
11. Galda, M., Kujawski, E., Przewlocki, S. (2000). *Geodezja I miernictwo budowlane*. Warszawa. Wroclaw, 402.

12. Hofmann – Wellenhof, B., Morit, H. (2005).. *Physical Geodesy*. Wien New York, 403.
13. Білятинський, О.А. Інженерно – геодезичні роботи при будівництві автомобільних доріг: [Текст]/ О.А. Білятинський, В.І. Кузьмін. – К.: НТУ, 2001. – 192 с.
14. Кузьмін, В.І. Інженерно – геодезичні роботи при ремонті і реконструкції автомобільних доріг [Текст]/ В.І. Кузьмін, В.Ф. Демішкан. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 132 с.
15. Мазин, И.Д., Пособие по инженерно – геодезической съемке на действующих промышленных предприятиях [Текст]/И.Д. Мазин, В.С. Сытник. – М.: Недра, 1983. – 128 с.

References

1. Bilyatinsky, O.A, Zavoritsky, V.Ya., Starovaya, V.P, Hamster, Ya.V. (1997). *Design of highways: Textbook for high schools*, 435.
2. Vasiliev, L.P., Yakovlev, Yu.N., Koganzon, M.S., Tulaev, A.Ya. (1998). *Reconstruction of highways*, 158.
3. Belyatinskii, A.A. Penkov, V.A. (1981), *Study of the accuracy of the production of geodetic works in the reconstruction of road*. *Engineering Geodesy*, 24, 59 - 64.
4. Volodin, N.A., Medieyal, Ya.N., (1981). *Designing of geodetic works in determining the radii of curves on highways*. *Engineering Geodesy*. 24. - 50. - 54.
5. Graham, R., Koh, A, (2002). *Digital Aerial Survey: Theory and Practice*.
6. Dorozhinsky, O.L, Tukay, R. (2008). *Photogrammetry*, 332.
7. Kraus K. (1994). *Photogrammetrie*, 428.
8. Ostrovsky, AL Moroz, O.I., Tarnavsky, V.L. (2012). *Geodesy*, 564.
9. Bird, P. (2003), *An updated digital model of plate boundaries*. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 3, 1-52.
10. Osada, E. (2001). *Geodezja*, 223.
11. Galda, M., Kujawski, E., Przewlocki, S., (2000). *Geodezja*,402.
12. Hofmann – Wellenhof, B., Morit, H.(2005). *Physical Geodesy*,403.
13. Bilyatinsky, O.A., Kuzmin, V.I. (2001). *Engineering and geodetic works in the construction of highways*,192.
14. Kuzmin, V.I., Demishkan, V.F. (2006). *Engineering and geodetic works in the repair and reconstruction of highways*,132.
15. Mazin, I.D., Sitnik, V.S., (1983). *Manual on engineering and geodetic surveying on active industrial enterprises*, 128.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів Толмачев С.М., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

Автор: КОВАЛЕНКО Людмила Олександрівна кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри вишукувань та проектування доріг і аеродромів. Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

E-mail - rp@khadi.kharkov.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3829-3131>

DETERMINATION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF EXISTING ROADS BY GEODESIC METHODS

L. Kovalenko

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

In the process of road maintenance, their transport and operational qualities are deteriorating. There is a need to reconstruct the road as a whole or its individual sections. For the planning of works on the reconstruction or repair of a highway, it is carried out its technical inspection and certification. The most important is to determine the actual values of such geometric parameters of the road as the radii of curvature in the plan, longitudinal slopes, width of the roadway and others. The method of geodetic measurements in determining the geometric parameters of the curvature of the road in plan is considered in detail in the article.

A method for establishing a geometric design of a curvature is described, namely from which elements the rounding and their dimensions consist. The results of the measurements are justification for the need to reconstruct the highway.

Keywords: automobile road, passportization, reconstruction, geometric parameters of the road, geodetic changes, theodolite, measuring tape.
